UNIVERSIDADE DE ÉVORA
ESCOLA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL

TRACTOR AGRÍCOLA

TRANSMISSÃO PARA AS RODAS; PNEUS E BITOLAS

(Apontamentos para uso dos Alunos)

JOSÉ OLIVEIRA PEÇA

ÉVORA

2012

Resumo

Este trabalho destina-se a apoiar a aprendizagem de estudantes do ramo das ciências agrárias no que de relevante se refere à cadeia de componentes de transmissão para as rodas, bem como a pneus agrícolas e à modificação da bitola de tractores agrícolas.

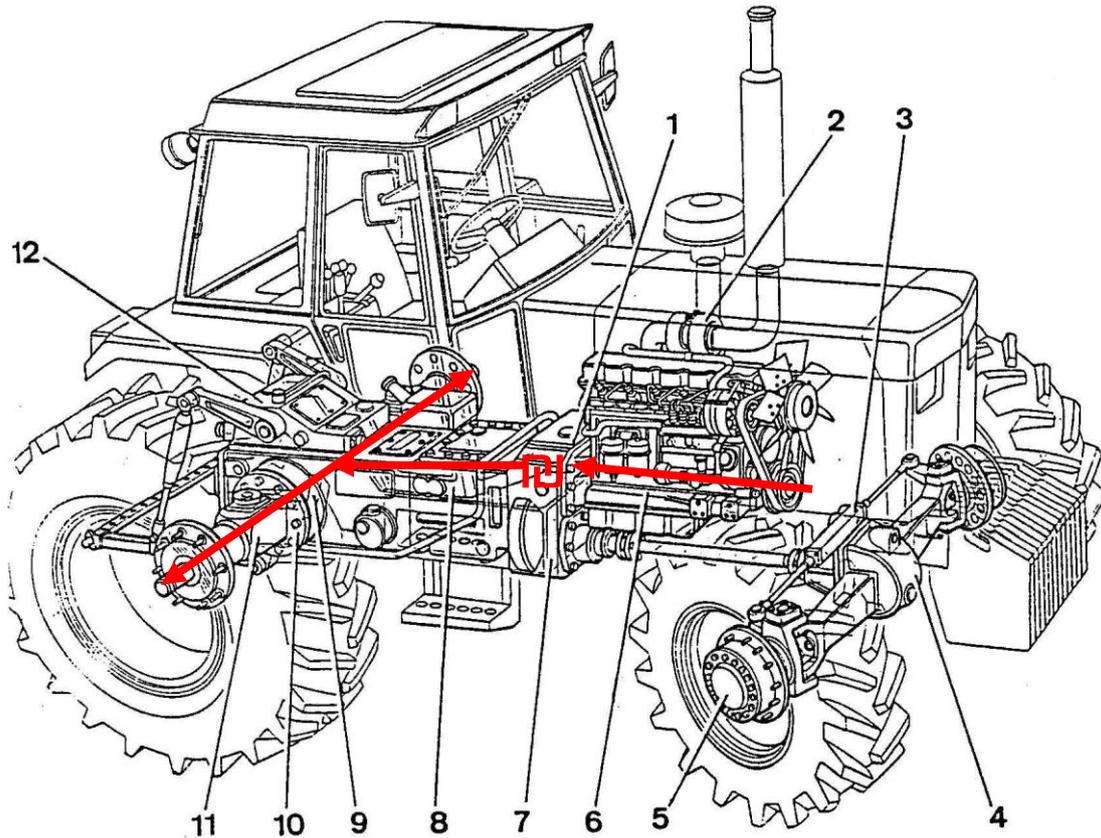
A transmissão do motor para as rodas nos tractores agrícolas é um aspecto em constante evolução desde a última década do século XX, evolução que vai no sentido de tornar o tractor mais fácil de manobrar, apresentar uma maior escolha de velocidades no intervalo de utilização do motor e incluir funções memorizáveis que podem ser actuadas muito facilmente pelo operador, facilitando a gestão da transmissão em manobras repetitivas como as voltas de cabeceira.
A manutenção da transmissão é tarefa que pode evitar despesas vultuosas pelo que é importante o conhecimento básico dos meios, locais e periodicidades de manutenção.
O pneu agrícola tem a especificidade de ser o último órgão na cadeia de tracção, actuando como um fusível para proteger a transmissão da potência; tem que cumprir a função de distribuir a carga sobre o eixo no solo agrícola minorando a compactação. Finalmente é, na maioria dos casos, a suspensão do tractor. A sua parcela nos custos de utilização do tractor justificaria por si só a atenção que deve ser dada a este componente.
A via ou bitola é a distância medida desde o centro de um pneu ao centro do pneu oposto, no mesmo eixo. A bitola é por vezes alterada para adaptar o tractor a culturas em linha, a linhas de tráfego ou a necessidades específicas da alfaia. Serão abordados os métodos mais usuais de alteração da bitola.

Os temas são apresentados numa perspectiva do utilizador e não do projectista ou do mecânico. Por este motivo é dada particular ênfase aos comandos e a aspectos de manutenção e segurança.

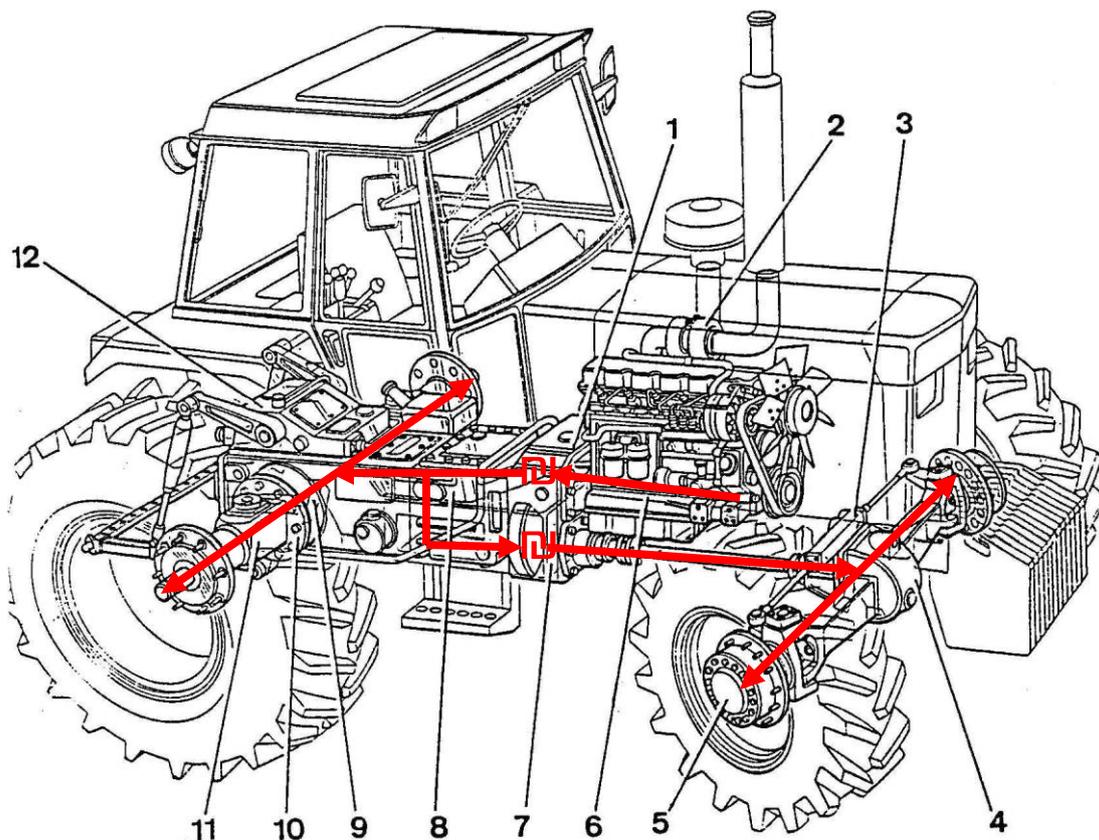
Este trabalho reúne textos de anteriores edições (*Tractor Agrícola - Transmissão para as rodas*, 2011; 2006; 2003; 1992; 1986; *Tractor Agrícola - Manutenção da transmissão para as rodas*, 2011; 2009; 2006; 2002; 1993; *Tractor Agrícola - Pneus*, 2010; 2006; 2002; 1991 e *Tractor Agrícola – Via ou bitola*, 2011; 2006, 2002; 1996; 1992) publicados periodicamente no contexto de disciplinas em cursos da Universidade de Évora, nomeadamente:
- *Motores e Tractores* (1983/84 a 2003/04) - disciplina obrigatória do 4º semestre os cursos de Engenharia Agrícola e Engenharia Zootécnica;
- *Tractores Agrícolas* – (2004/05 e 2005/06) – disciplina obrigatória do 4º semestre de Engenharia Agrícola e optativa do 8º semestre de Engenharia Zootécnica;
- *Tractores e Equipamentos Automotrizes* (2006/07 até ao presente) – unidade curricular optativa da licenciatura em Agronomia.

INDICE

1. Órgãos da transmissão para as rodas

A figura seguinte mostra esquematicamente a transmissão de potência desde o motor Diesel (6) até às rodas traseiras do tractor. A cadeia de componentes que possibilita esta transmissão compreende:
- Embraiagem principal (1);
- Caixa de gamas/velocidades/inversor (8);
- Grupo cónico/diferencial e redutores finais traseiros (9).

A embraiagem principal, permite estabelecer ou interromper a passagem de potência do motor para as rodas e fazê-lo de forma suave. É comandada pelo operador através do pedal esquerdo.
A caixa de gamas permite selecionar grupos de velocidades para utilização preferencial em estrada ou utilização preferencial em trabalho no campo; são as conhecidas velocidades altas e baixas (ou lentas).
A caixa de velocidades permite em cada gama escolher um certo número de velocidades possíveis, desde a 1ª à 4ª ou 5ª.
A caixa inversora permite inverter o movimento para que o tractor faça marcha atrás. No ponto seguinte serão exemplificados comandos referentes às caixa de velocidades/gamas/inversor.
A potência que está a ser transmitida por órgãos longitudinais ao tractor é transferida para órgãos transversais ao tractor por forma a chegar às rodas. Esta transferência é efectuada pelo grupo cónico e o diferencial que lhe está ligado. Ao grupo cónico cabe a função de transmitir a potência entre veios a 90º, enquanto o diferencial possibilita que a potência seja transmitida para ambas as rodas traseiras de forma independente, nomeadamente permitindo que estas rodem a velocidades diferentes (essencial quando o veículo estiver a curvar).

Uma vez que a potência flui independente para cada uma das rodas, ela terá tendência a fluir para a roda que oferecer menor resistência. Em situação de estrada ambas as rodas têm resistência semelhantes. No campo, diferentes consistências de solo debaixo de uma e outra roda, pode criar a situação de a potência fluir preferencialmente para a roda cujo solo oferece menor resistência (solo solto ou encharcado). Esta roda começará a patinar, enquanto a outra roda (sobre solo duro ou seco) não recebe potência e se imobiliza. Para ultrapassar esta dificuldade que leva à imobilização do tractor, existe um mecanismo que permite bloquear o diferencial, fazendo com que ambas as rodas recebam potência e, de facto, passem a rodar à mesma velocidade. No ponto seguinte serão exemplificados comandos referentes ao bloqueio do diferencial.
Os redutores finais (direito e esquerdo) têm a função de reduzir a rotação dos veios que vêm do grupo cónico e, desta forma, ampliar o momento transmitido às rodas traseiras do tractor.

A figura seguinte completa a transmissão com a ligação para fornecer potência desde o motor Diesel (6) até às rodas dianteiras do tractor. A cadeia de componentes compreende:
- Embraiagem principal (1);
- Caixa de gamas/velocidades/inversor (8);
- Caixa/embraiagem de transferência para o eixo dianteiro (7)
- Grupo cónico e diferencial dianteiro (4);
- Redutores finais dianteiros (5).

A caixa/embraiagem de transferência para o eixo dianteiro está a jusante da caixa de gamas/velocidades/inversor e permite transmitir a potência para o eixo dianteiro,

quando estiver embraiada a embraiagem. No ponto seguinte serão exemplificados comandos desta embraiagem.

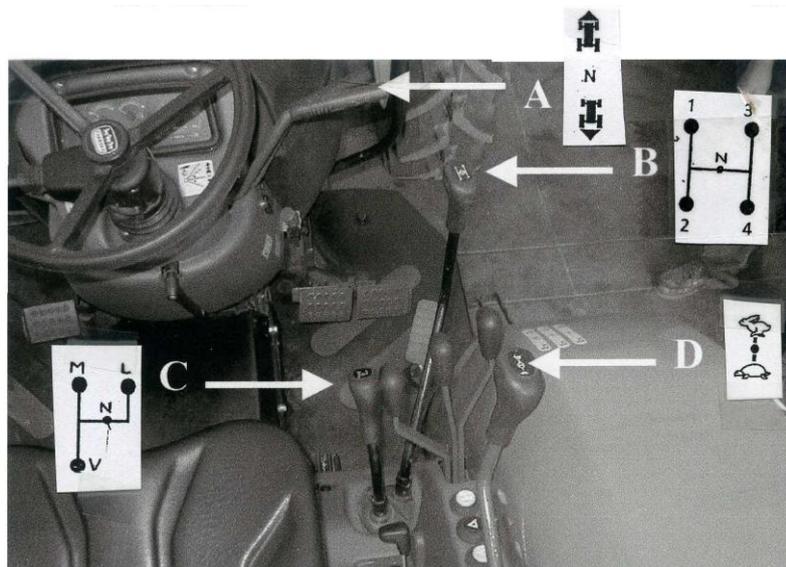
2. Comandos de transmissão para as rodas

2.1. Exemplo de transmissões clássica

CARRARO AGRIPLUS

A fugura mostra o tractor usado nas aulas de Tractores Agrícolas nos anos lectivos de 2004/2005 e 2005/2006.

Tractores Agrícolas 2004/2005

A figura seguinte mostra os comandos da caixa de gamas/velocidades/inversor:

Comando da caixa de gamas (C), com 3 posições (Lenta; Média; Veloz) + Neutro;
Comando da caixa de velocidades, que inclui o comando (B) e o comando (D). O comando (B) tem 4 velocidades + neutro, podendo cada uma destas ser desmultiplicada através da alavanca (D) denominada, neste exemplo, como caixa de desmultiplicação, ao passar de lebre para tartaruga;

Comando da caixa de inversão (A), com duas posições (para a frente e marcha atrás) + neutro. O motor do tractor só pode ser colocado em marcha se a alavanca da caixa de inversão (A) estiver no neutro (ponto morto).

No total o tractor possui 24 velocidades para a frente e 24 velocidades para trás, conforme a tabela de velocidades seguinte.

VELOCIDADES EM km/h, A 2350 rpm DO MOTOR E COM PNEUS 420/70 R 30

L	TARTARUGA	1	0.465
		2	0.688
		3	1.007
		4	1.415
	LEBRE	1	0.607
		2	0.899
		3	1.316
		4	1.849
M	TARTARUGA	1	2.169
		2	3.212
		3	4.700
		4	6.605
	LEBRE	1	2.833
		2	4.196
		3	6.139
		4	8.627
V	TARTARUGA	1	9.401
		2	13.920
		3	20.368
		4	28.622
	LEBRE	1	12.278
		2	18.181
		3	26.603
		4	37.383

Esta transmissão diz-se clássica uma vez que é **necessário desembraiar para accionar qualquer dos comandos:** caixa de gamas (C); caixa de desmultiplicação (D); caixa de velocidades (B); caixa de inversão (A).
Além disso, o accionamento dos comandos da caixa de gamas (C), da caixa de inversão (A), e da caixa de desmultiplicação (D) só pode efectuar-se com o tractor imobilizado. Na caixa de velocidades, a passagem da 1ª para 2ª, da 2ª para 3ª, da 3ª para 4ª, da 4ª para 3ª; da 3ª para 2ª, pode ser efectuada com o tractor em andamento. A 1ª só pode ser engrenada com o tractor imobilizado.

A figura seguinte mostra o comando electro-hidráulico do bloqueio do diferencial (1). Este comando deve utilizar-se se, devido às condições de trabalho e do solo, se verificar

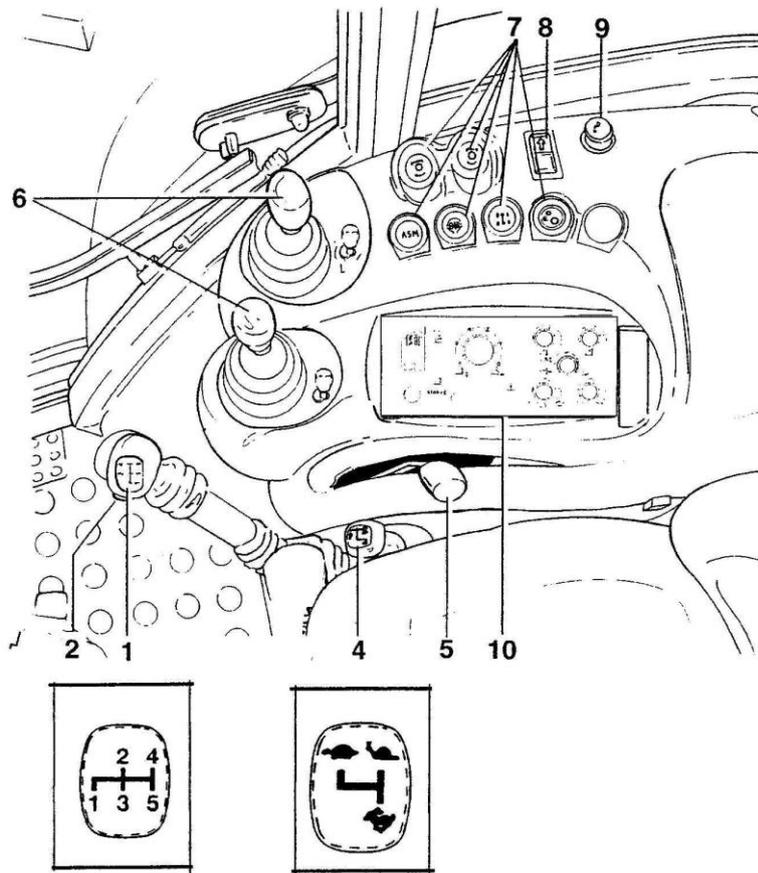
que uma das rodas traseiras do tractor começa a patinar muito em relação à outra. O bloqueio efectua-se premindo o botão e neutraliza-se, voltando a premir o botão.
Antes de ligar o bloqueio do diferencial, reduzir a rotação do motor (acelerador de mão).

A figura anterior mostra o botão de comando electro-hidráulico da ligação da tracção dianteira (2) a qual pode ser accionada com o tractor em andamento. Não usar a tracção dianteira na estrada ou no campo quando as condições de tracção não o justificarem.

2.2. Exemplo de transmissões clássica com"powershift" e "powershutlle"

DEUTZ - FAHR AGROPLUS 95
Tractor usado nas aulas de Tractores Agrícolas no ano lectivo de 2002/2003.

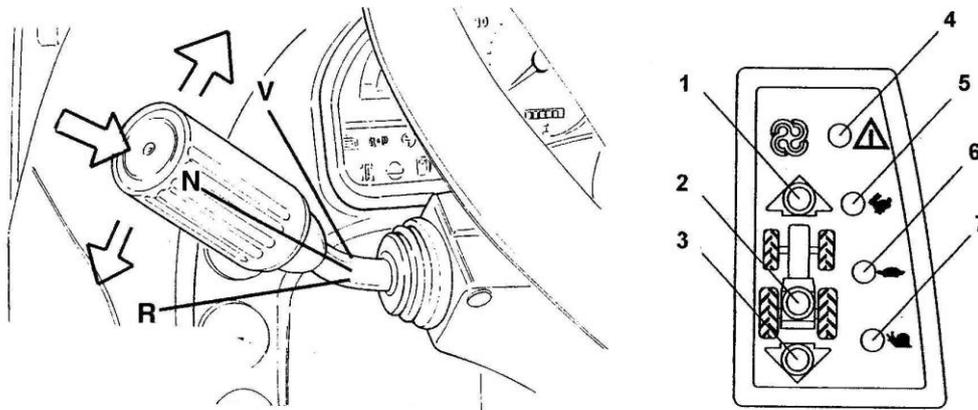
www.tractorpool.com

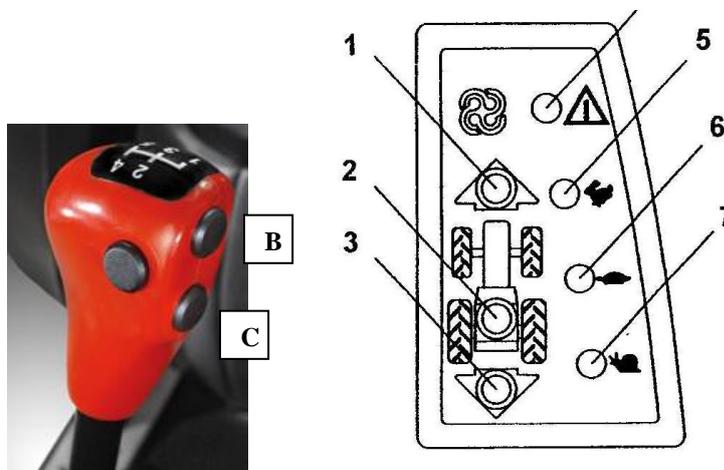
A figura mostra os comandos da caixa de velocidades (1), da caixa de gamas (4), **sendo necessário desembraiar para accionar qualquer destes comandos.**

O accionamento dos comandos da caixa de gamas (4) só pode efectuar-se com o tractor imobilizado. Na caixa de velocidades, a passagem da 1ª para 2ª, da 2ª para 3ª, da 3ª para 4ª, da 4ª para 5ª, da 5ª para 4ª, da 4ª para 3ª; da 3ª para 2ª, pode ser efectuada com o tractor em andamento. A 1ª só pode ser engrenada com o tractor imobilizado.
O tractor tem dois comandos para desembraiar: o normal comando de pedal e um botão na alavanca de velocidades:

Comando electro-hidráulico da embraiagem principal

A utilização deste último facilita a a mudança de uma velocidade para outra, já que o operador com a mesma mão desembraia e muda de velocidade.

A figura seguinte mostra o comando da caixa de inversão, a qual tem 3 posições: neutro (não há transmissão de potência às rodas - LED 2 aceso); premindo axialmente na alavanca e levando-a à frente (o tractor avança para a frente - LED 1 aceso); premindo axialmente na alavanca e levando-a atrás (o tractor recua - LED 3 aceso). **Não é necessário desembraiar para utilizar este comando (powershuttle).**

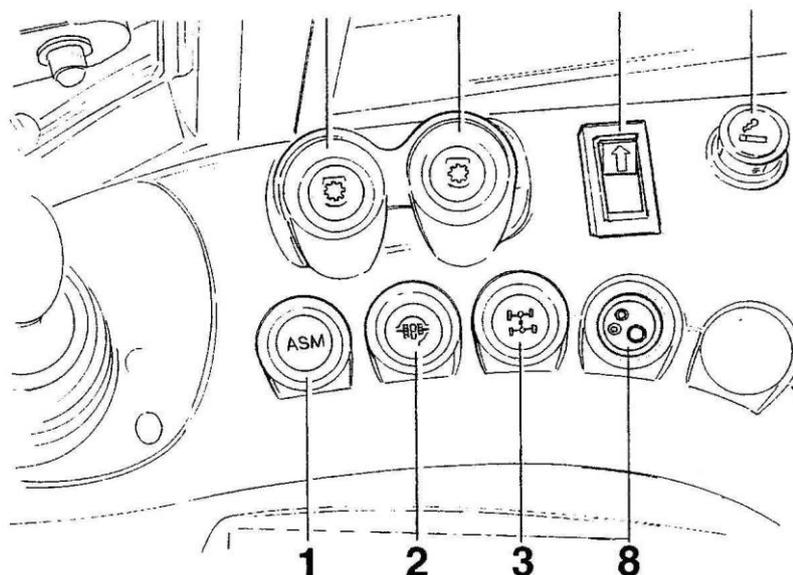
A tecnologia “powershuttle” vem facilitar muito as manobras repetitivas de inversão de marcha, sendo o exemplo mais comum o trabalho de manuseamento de cargas com carregador frontal.

Uma vez actuada a alavanca de inversão de marcha, esta só se efectua se o tractor estiver a deslocar-se a uma velocidade inferior a 10km/h. Caso contrário, ainda que o comando de inversão seja actuado a inversão de marcha não se realiza e um alarme é activado, acendendo-se ainda o LED 4

A transmissão deste tractor está ainda equipada com uma caixa *powershift* de 3 velocidades, accionada nos botões (B) e (C) existente na alavanca de comando da caixa de velocidades:

Comandos powershift

Admita que o tractor está a deslocar-se a uma certa velocidade, encontrando-se aceso o LED 6 no painel de instrumentos. Se for premido o botão (C), haverá uma ligeira redução de velocidade do tractor, passando a estar aceso o LED 7. Se agora for premido o botão (B), a velocidade voltará ao valor anterior, acendendo-se de novo o LED 6. Se agora for premido mais uma vez o botão (B), haverá um ligeiro aumento de velocidade do tractor (em relação à inicial), passando a estar aceso o LED 5. **Os botões (B) e (C) são utilizados com o tractor em andamento e sem desembraiar.**

O tractor possui 45 velocidades para a frente e 45 velocidades para trás, conforme a seguinte tabela de velocidades (km/h), válida para 2300 rpm do motor e pneus traseiros de medida 14.9 R 38:

GAMA	VELOCIDADE	*PORWERSHIFT*		
CARACOL	1	1.09	1.31	1.60
	2	1.62	1.94	2.37
	3	2.16	2.58	3.15
	4	2.85	3.41	4.16
	5	4.02	4.81	5.86
TARTARUGA	1	2.37	2.83	3.45
	2	3.51	4.20	5.11
	3	4.66	5.58	6.80
	4	6.16	7.37	8.98
	5	8.68	10.39	12.66
LEBRE	1	7.05	8.43	10.28
	2	10.44	12.50	15.23
	3	13.90	16.63	20,20
	4	18.30	21.90	26.70
	5	25.80	30.90	37.70

A figura seguinte mostra parte da consola lateral onde se encontram, entre outros, o interruptor de comando do bloqueio do diferencial (2), o interruptor da ligação da tracção dianteira (3) e o interruptor de selecção "BRUSCO / SUAVE" (8), nas mudanças de velocidade powershift.

Ao premir o botão o bloqueio fica actuado e uma luz de aviso acende-se no painel. Ao premir de novo o interruptor, o bloqueio fica desactivado e a luz de aviso apaga-se. **Utilizar o bloqueio em percursos EXCLUSIVAMENTE em linha recta**, e antes que se verifique excessiva patinagem. Quando detectar que uma roda patina muito em relação à outra, antes de ligar o bloqueio, deve desembraiar.

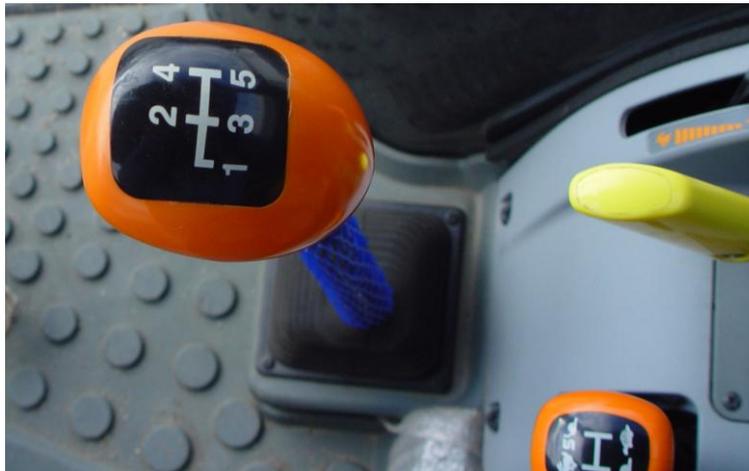
A tracção dianteira só pode ser accionada com o tractor imobilizado. Ao premir o botão a tracção dianteira fica ligada, e uma luz no painel de instrumentos fica iluminada.

Voltando a premir no botão a tracção dianteira desliga-se e a luz de aviso apaga-se. Não usar a tracção dianteira na estrada ou no campo quando as condições de tracção não o justificarem

O comando "BRUSCO / SUAVE", permite seleccionar o modo, mais brusco, ou mais suave, com que a transmissão reage à mudança de velocidade que se obtém com os botões *powershift*.
O modo "SUAVE" deve ser seleccionado para transporte e deslocações em estrada. O modo "BRUSCO" é utilizado em trabalho de campo e obrigatoriamente em todas as condições de tracção.

DEUTZ-FAHR AGROFARM 420
Tractor usado nas aulas de Tractores e Equipamentos Automotrizes no ano lectivo de 2009/2010:

A figura seguinte mostra o comando da caixa de inversão (inversor electro-hidráulico), a qual tem 3 posições: neutro (não há transmissão de potência às rodas); levantando a alavanca e levando-a à frente (o tractor avança para a frente); levantando a alavanca e levando-a atrás (o tractor recua). **Não é necessário desembraiar para utilizar este comando (powershuttle).**

A figura seguinte mostra o comando da caixa de velocidades (5 velocidades) e da caixa de gamas, **sendo necessário desembraiar para accionar qualquer destes comandos.**

O tractor tem dois comandos para desembraiar: o normal comando de pedal e um botão na alavanca de velocidades.

O tractor possui 4 gamas: lebre, tartaruga, caracol e super lentas. Esta última gama é normalmente uma opção, já que são pouco frequentes os trabalhos agrícolas requerendo esta gama.

Plantador: exemplo de trabalho que requer velocidades super-lentas

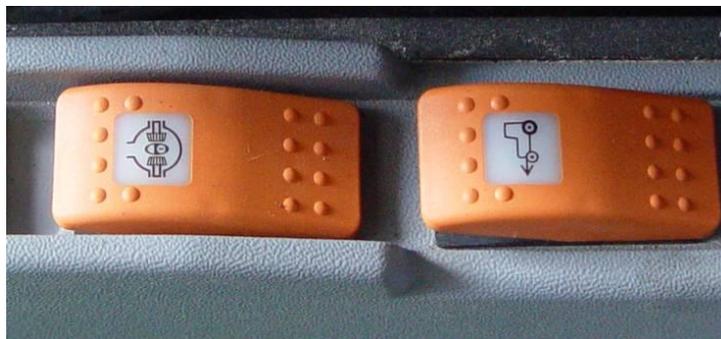
O accionamento do comando da caixa de gamas só pode efectuar-se com o tractor imobilizado. Na caixa de velocidades, passagens a subir desde a 2ª e a descer até à 2ª, podem ser efectuadas com o tractor em andamento. A 1ª só pode ser engrenada com o tractor imobilizado.

Lateralmente, na alavanca da caixa de velocidades existe um botão que permite em cada gama e em cada uma das 5 posições da caixa, optar por uma velocidade mais lenta ou mais rápida. Estes comandos denominam-se *powershift* e a sua vantagem está no facto de o operador actuar este comando sem necessidade de desembraiar. Assim, em trabalho de mobilização a alteração de velocidade com o comando powershift o tractor não se imobiliza.

No conjunto o tractor possui 5×4×2 = 40 velocidades para a frente e 40 velocidades para trás, conforme a seguinte tabela de velocidades (*km/h*), apresentada para 4 valores de

rotação do motor (incluindo a nominal de 2300 rpm) e pneus traseiros de medida 18.4R34:

ENGINE	1400		1800		2082		2300		RPM
1S	0.27	0.32	0.35	0.41	0.41	0.48	0.45	0.52	SPEED
2S	0.37	0.43	0.47	0.55	0.55	0.64	0.61	0.71	
3S	0.49	0.57	0.63	0.74	0.73	0.85	0.81	0.94	
4S	0.70	0.81	0.90	1.05	1.04	1.21	1.15	1.34	
5S	0.94	1.10	1.21	1.41	1.40	1.63	1.55	1.80	
1	0.93	1.09	1.20	1.40	1.38	1.62	1.53	1.78	
2	1.25	1.46	1.61	1.88	1.86	2.17	2.06	2.40	
3	1.67	1.94	2.14	2.50	2.48	2.89	2.74	3.19	
4	2.37	2.77	3.05	3.56	3.53	4.12	3.90	4.55	
5	3.20	3.73	4.11	4.80	4.76	5.55	5.26	6.13	Km/h
1	2.01	2.35	2.58	3.02	2.99	3.49	3.30	3.85	
2	2.70	3.16	3.48	4.06	4.02	4.69	4.44	5.18	
3	3.60	4.20	4.63	5.40	5.35	6.24	5.91	6.90	
4	5.12	5.98	6.59	7.69	7.62	8.89	8.42	9.82	TYRE
5	6.91	8.06	8.88	10.4	10.3	12.0	11.4	13.2	
1	5.99	6.98	7.70	8.98	8.90	10.4	9.83	11.5	
2	8.05	9.39	10.3	12.1	12.0	14.0	13.2	15.4	
3	10.7	12.5	13.8	16.1	16.0	18.6	17.6	20.5	
4	15.3	17.8	19.6	22.9	22.7	26.5	25.1	29.2	18.4/34
5	20.6	24.0	26.5	30.9	30.6	35.7	33.8	39.4	
PTO	363		467		540		596		RPM
	463		595		689		761		
	613		788		911		1006		
	781		1005		1162		1284		

A figura seguinte mostra parte da consola lateral onde se encontram, entre outros, o interruptor de comando do bloqueio do diferencial (*diff–lock rocker switch*), o interruptor da ligação da tracção dianteira (*four-wheel-drive rocker switch*):

Actuando o bloqueio do diferencial acende-se uma luz de aviso no painel. **Utilizar o bloqueio em percursos EXCLUSIVAMENTE em linha recta**, e antes que se verifique excessiva patinagem (*wheel slip*). Quando detectar que uma roda patina muito em relação à do outro lado, antes de ligar o bloqueio, deve desembraiar.

A tracção dianteira só pode ser accionada com o tractor imobilizado. Uma luz no painel de instrumentos avisa quando a tracção dianteira está ligada . Não usar a tracção dianteira na estrada. No campo só usar a tracção dianteira em trabalhos exigentes em tracção.

2.3. Exemplo de transmissão totalmente “powershift”

MASSEY FERGUSON 5465

Tractor usado nas aulas de Tractores e Equipamentos Automotrizes no ano lectivo de 2009/2010:

A figura seguinte mostra o comando da caixa de inversão (inversor electro-hidráulico), a qual tem 3 posições: neutro (não há transmissão de potência às rodas); levantando a alavanca e levando-a à frente (o tractor avança para a frente); levantando a alavanca e levando-a atrás (o tractor recua). **Não é necessário desembraiar para utilizar este comando (powershuttle).**

A figura seguinte mostra parte da consola lateral onde se encontram, entre outros, o potenciómetro de regulação entre "BRUSCO / SUAVE", nas mudanças de direcção powershuttle.

Regulação para “suave” para evitar queda da carga. **Regulação para “brusco” para minorar perdas de tempo.**

Os comandos da caixa de velocidades e da caixa de gamas estão agrupados na alavanca indicada na figura seguinte:

O tractor possui quatro gamas, numeradas de 1 a 4 e indicadas com luzes no mostrador junto da alavanca. Para subir nas gamas basta levar a alavanca no sentido do **+**, premindo ao mesmo tempo o botão lateral. Para descer nas gamas basta levar a alavanca no sentido do **-**, premindo ao mesmo tempo o botão lateral. Não necessita de usar a embraiagem (transmissão ***powershift***)

O tractor possui quatro velocidades, letras A a C e indicadas com luzes no painel de instrumentos. Para subir nas velocidades basta levar a alavanca no sentido do **+**. Para descer nas gamas basta levar a alavanca no sentido do **-**. Não necessita de usar a embraiagem (transmissão ***powershift***)

A vantagem da transmissão *powershift* pode ser observada na facilidade com que uma mudança é efectuada em operações de estrada, mas é sobretudo em trabalhos de mobilização em que a alteração da mudança, não vai imobilizar o tractor, pelo facto de não ser necessário desembraiar.

A mudança de velocidade (A,B,C,D) e de gama (1,2,3,4) pode ser alterada em andamento. No caso do operador, em andamento, efectuar uma alteração de gama, a gestão electrónica da transmissão selecciona automaticamente, entre A a C, a opção certa que esteja mais próxima da velocidade de deslocamento a que se vai. Deste modo evitam-se variações bruscas.

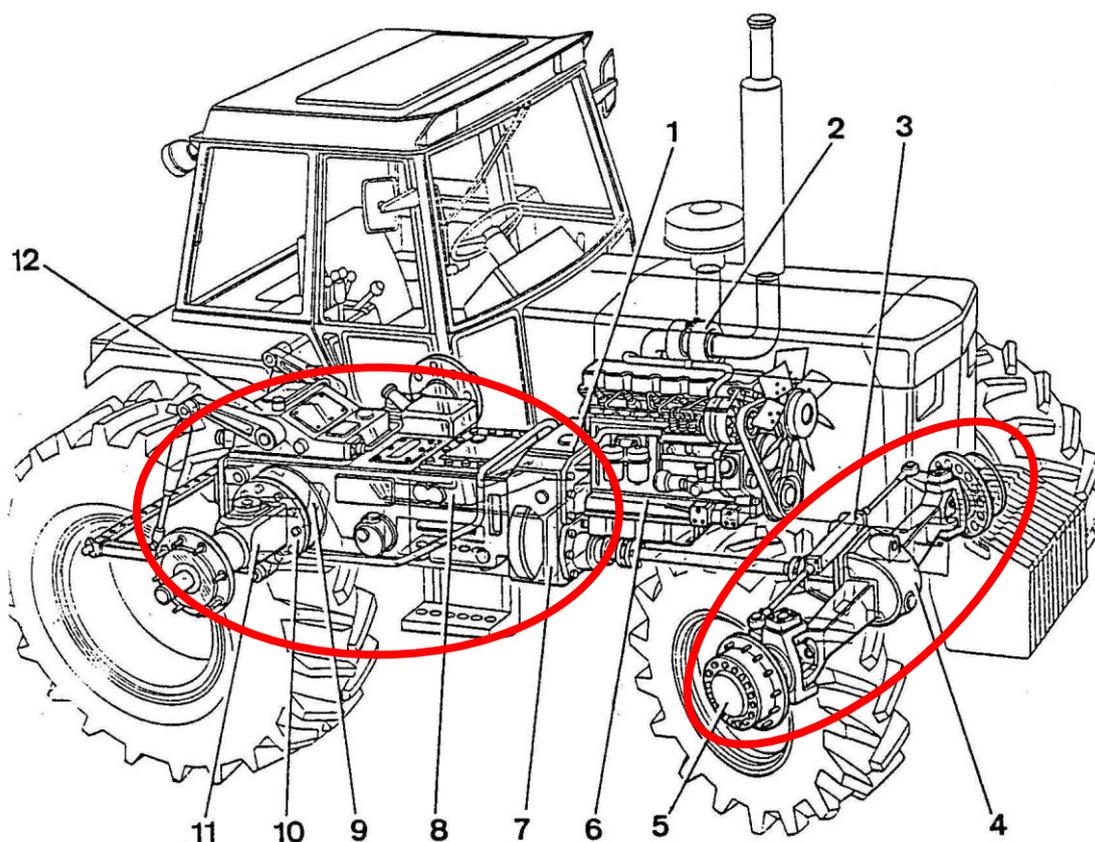
O tractor possui 16 velocidades para a frente e 16 velocidades para trás, conforme a seguinte tabela de velocidades (*km/h*), válida para 2200 rpm do motor e pneus traseiros de medida 18.4 R 34:

GAMA	VELOCIDADE	Para a frente
1	A	1.96
	B	2.42
	C	2.95
	D	3.62
2	A	4.66
	B	5.73
	C	6.99
	D	8.60
3	A	9.46
	B	11.64
	C	14.19
	D	17.46
4	A	21.82
	B	26.84
	C	32.74
	D	40.27

A figura seguinte mostra parte da consola lateral onde se encontram, entre outros, o interruptor de comando do bloqueio do diferencial, o interruptor da ligação da tracção dianteira:

3. Manutenção da transmissão para as rodas e tdf

Neste ponto aborda-se a manutenção de órgãos da transmissão do tractor, agrupados em eixo dianteiro e "caixas"/eixo traseiro/tomada-de-força.
Tomando como referência a figura seguinte, o **eixo dianteiro** é constituído pelos seguintes órgãos: grupo cónico e diferencial dianteiro (4); redutores finais dianteiros (5).
As **"caixas"** compreendem a caixa de velocidades/gamas/inversor (8), a caixa de

transferência para o eixo dianteiro (7). O **eixo traseiro** é constituído pelos seguintes órgãos: grupo cónico/diferencial e redutores finais traseiros (9). A tdf inclui a caixa de velocidades e embraiagem da tdf.

Existe variedade quanto ao modo como a manutenção é efectuada, bem como à periodicidade e produtos a utilizar.
Remete-se para o MANUAL DO OPERADOR de cada tractor os aspectos específicos, pelo que se abordarão apenas os casos mais vulgarmente encontrados.

3.1. Lubrificação de "caixas"/eixo traseiro/tdf

3.1.1. Lubrificantes

Em tractores agrícolas é normal haver um *carter* comum para as "caixas" e eixo traseiro. Desta forma, as engrenagens nas caixas de velocidades/gamas/inversor, na caixa de transferência; no grupo cónico/diferencial traseiro, nos redutores finais traseiros e na caixa de velocidades da tdf, são lubrificados pelo mesmo óleo. Contudo, este óleo ainda cumpre outras funções:
- circula ainda nas embraiagens multidisco da transmissão *powershift* e *powershttle*;

- circula na embraiagem multidisco da transmissão para a tdf;
- circula na embraiagem multidisco da transmissão para tracção dianteira;
- circula nos travões de disco;
- é o óleo do sistema hidráulico do tractor.

Para satisfazer esta variedade de funções requere-se um óleo especial denominado **Óleos Universais de Transmissão (óleos U.T.T.O.-*Universal Tractor Transmission Oil*).**

O manual de operador especifica o óleo U.T.T.O. a utilizar, indicando:
- Especificações de viscosidade (classificação de viscosidade SAE);
- Informação técnica referente às exigências na utilização (classificação API);
- Especificações impostas pelos próprios construtores de tractores e ou de transmissões.

A classificação API (*American Petroleum Institute*)de óleos para transmissões apresenta seis categorias, GL1 a GL6, sendo a categoria GL4 e GL5 as mais utilizadas em tractores.

Exemplo de especificações de um óleo UTTO:
SAE 10W-30
API GL4
Massey Ferguson - M1143 & M1135
New Holland Ford - M2C 134D
John Deere - J 20C
ZF TE ML 06&B&07B

Existem ainda lubrificantes denominados **Óleos STOU (*Super Tractor Oil Universal*)** que, para além da lubrificação da transmissão (caixa de velocidades, diferencial e redutores finais), arrefecimento de embraiagens e travões multidisco, fluído do sistema hidráulico do tractor, pode ser usado na lubrificação do próprio motor do tractor.
Para os utilizadores, os óleos STOU evitam erros por troca dos óleos, eliminam a contaminação de óleos diferentes no mesmo vasilhame e simplificam a gestão de *stocks* no parque de óleos da herdade.

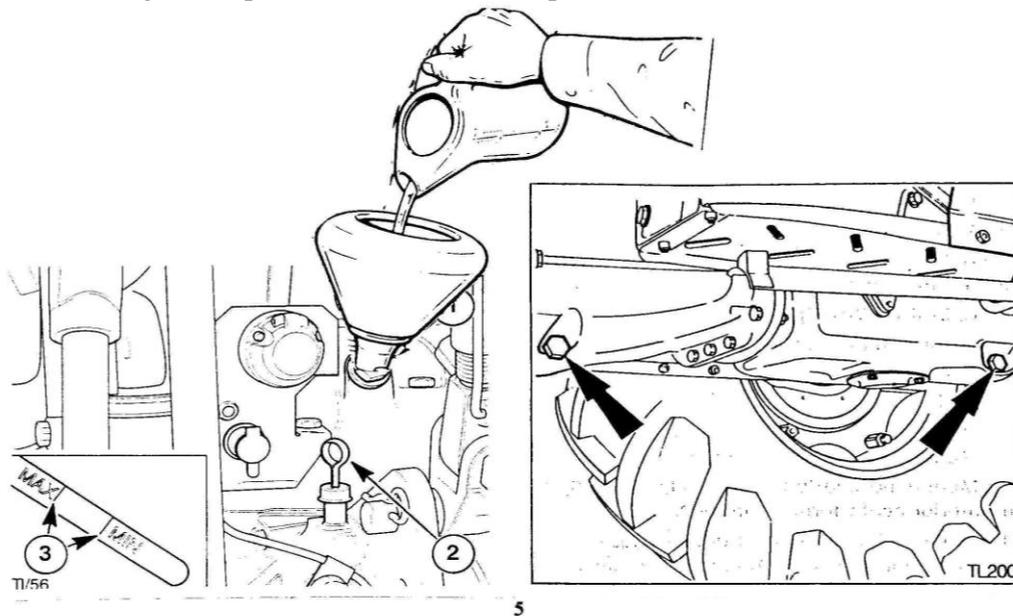
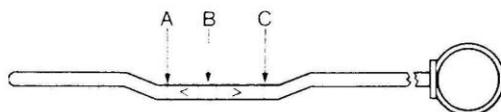
Exemplo de especificações de um óleo STUO:
SAE 10W-40
ACEA E2
API CE/CF4/GL4
Massey Ferguson - M1135&M1139&M1144
New Holland Ford - M2C 159B
John Deere - J 27
Allison C4
Caterpillar TO-2
ISO HV 68/100

No exemplo anterior pode observar-se na classificação API a dupla missão de óleo de lubrificação de motor e de transmissão.

3.1.2. Bujões e indicadores de nível

Como já foi referido, a lubrificação destes dois grupos é efectuada a partir de um *carter* comum. Além disso, este óleo é também o óleo do sistema hidráulico.
Um bujão, normalmente na traseira do tractor, permite o enchimento do *carter*:

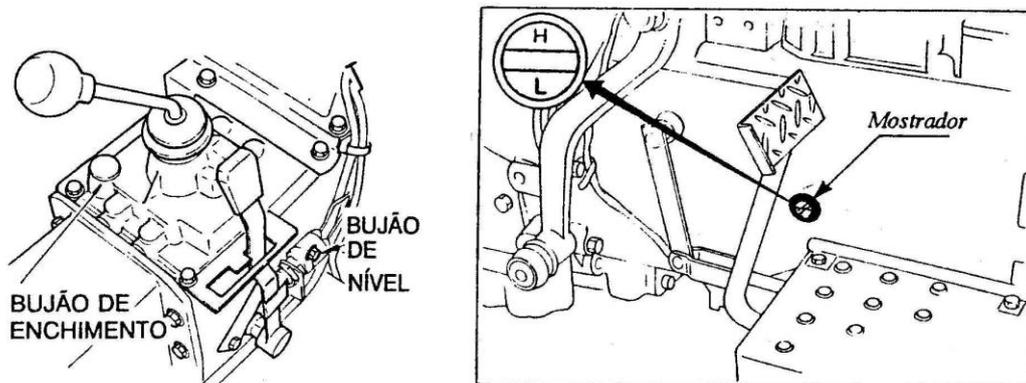
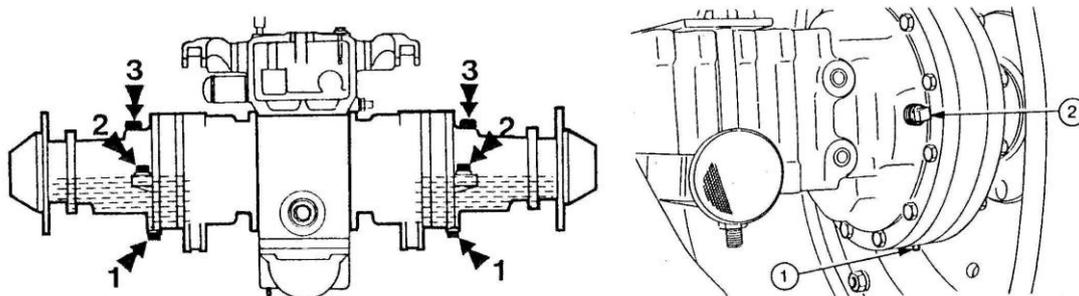
Tractores e Equipamentos Automotrizes 2011/12 – Tractor Fendt 415 Vario

Um ou mais bujões na parte inferior do *carter* permite retirar o óleo do sistema.

Periodicamente o nível do óleo deverá ser verificado, o que é normalmente feito através de uma vareta.

«A» — Marca do nivel minimo.
Nunca deixa que o nível seja inferior a esta marca.

«B» — Marca do nível normal.

«C» — Marca do nível máximo.
Atestar até esta marca sempre que utilizar o sistema hidráulico auxiliar ou alfaias que requeiram um elevado volume de óleo

Por vezes é mencionado no MANUAL DE OPERADOR e vem indicado na vareta, um nível de óleo correspondente a um excesso que se deve colocar sempre que o tractor trabalhe com o SERVIÇO EXTERNO DO SISTEMA HIDRÁULICO alimentando circuitos de alfaias que requerem muito óleo. Assim não haverá perigo de faltar óleo para a lubrificação da transmissão.

Em alternativa à vareta, poderá existir um bujão para inspeccionar o nível ou um visor transparente.

Há tractores cujos redutores finais traseiros possuem um *carter* próprio, separado do principal (um de cada lado do eixo traseiro). A figura seguinte mostra um destes casos, sendo realçado um bujão na parte inferior de cada redutor para retirar o óleo (1), um bujão na face do redutor para verificar o nível (2) e um bujão no topo para o enchimento (3). Em certos casos o enchimento faz-se pelo bujão de nível.

3.1.3. Filtros

Existem várias modalidades no que respeita à localização e manutenção dos filtros de óleo da transmissão/sistema hidráulico. A figura seguinte mostra o filtro de pressão (A) e o filtro de retorno (B) do óleo da transmissão, ambos situados na traseira do tractor. A sua mudança será efectuada de acordo com as indicações constantes no Manual de Operador do tractor.

Tractores e Equipamentos Automotrizes 2010/11 -Tractor Valtra N82

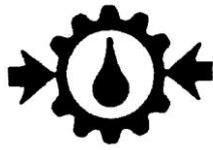
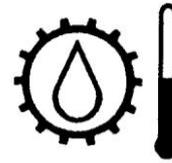
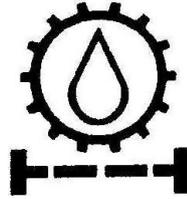
No interior encontra-se o elemento filtrante substituível (tipo *cartridge*):

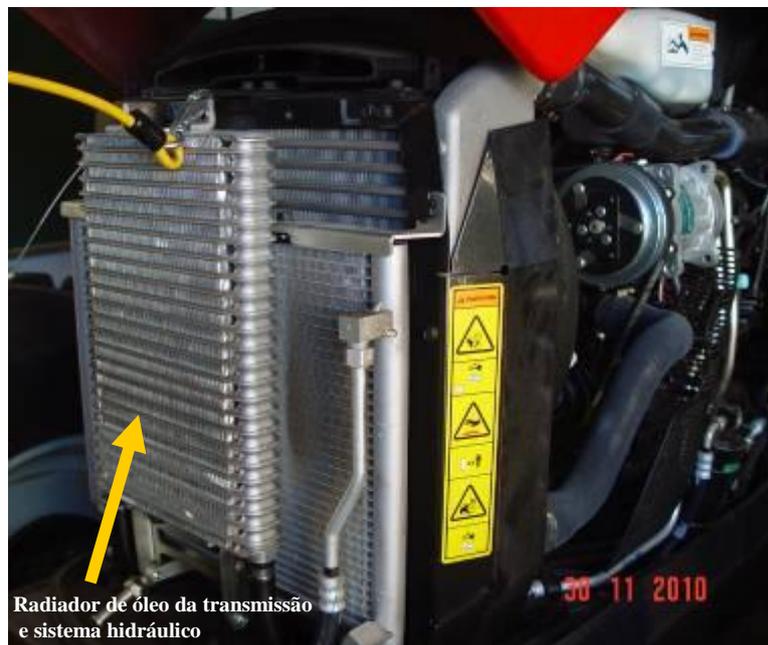
Existem casos em que o elemento filtrante lavável em gasóleo:

www.wixfilters.com

A figura seguinte mostra o filtros de óleo de transmissão tipo *canister* (de enroscar):

http://m-and-d.com

Os tractores dispõem de luzes de monitorização da transmissão:

pressão do óleo da transmissão **filtro de óleo da transmissão colmatado** **temperatura do óleo de transmissão:**

3.1.4. Radiadores do óleo da transmissão/sistema hidráulico

Frequentemente os tractores dispõem de um radiador do óleo da transmissão/sistema hidráulico no sentido de manter controlada a temperatura do óleo.

Tractores e Equipamentos Automotrizes 2010/11 -Tractor Valtra N82

Este radiador está situado à frente do radiador da água do motor para receber a mesma corrente de ar de arrefecimento. Periodicamente o seu ninho deve ser limpo com ar comprimido.
No sentido de facilitar a limpeza dos radiadores situados na frente do tractor, existem mecanismos de separação dos diferentes radiadores.

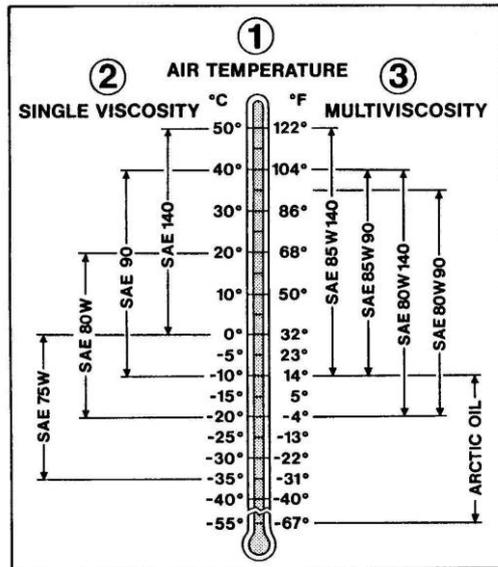
Tractores e Equipamentos Automotrizes 2010/11 -Tractor Valtra N82

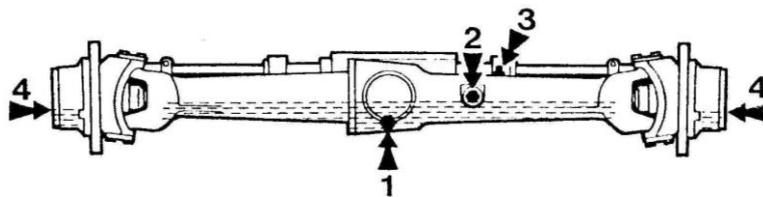
3.2. Lubrificação do eixo dianteiro

3.2.1. Lubrificantes

Com utilização mais limitada em tractores agrícolas, mas muito utilizados em cárter de engrenagens de alfaias, existem os óleos denominados **óleos de engrenagens (*gear oil*)**.
Em tractores agrícolas podem ser recomendados para a lubrificação do grupo cónico/diferencial e dos redutores finais de eixos dianteiros e, ainda na lubrificação dos redutores finais de eixos traseiros apenas no caso destes terem *carter* separado do resto da transmissão traseira.
Exemplo de especificações de um óleo de engrenagem (*gear oil*):
SAE 80W-90
API GL5

A SAE classifica os óleos de engrenagens em 6 graus de viscosidade, sendo 3 graus referentes a óleos com viscosidade adequada para condições ambientais de temperaturas altas (SAE 90, 140 e 250) e 3 graus referente a óleos com viscosidade adequada para condições ambientais de temperaturas baixas (SAE 75W, 80W e 85W).
O óleo SAE 75W tem características de viscosidade que o tornam adequado, exclusivamente, para uma utilização nas condições ambientais de temperaturas muito baixas. Em oposição, o óleo SAE 250 tem características de viscosidade que o tornam adequado, exclusivamente, para uma utilização nas condições ambientais de temperaturas muito altas.
Um o óleo de engrenagem com a classificação SAE 85W-90 (ou SAE 85W-140) tem características de viscosidade que o tornam apto para uma utilização quer em condições ambientais frias (Inverno), quer em condições ambientais quentes (Verão), isto é, poder ser utilizado o ano inteiro.

Atendendo a que os tractores são vendidos para diversas partes do globo, com diferentes características climáticas, é frequente encontrar-se nos MANUAIS DE OPERADOR informação como a que seguidamente se apresenta, a qual permite, claramente, verificar a aptidão dos óleos SAE 90 e SAE 85W-90 para as condições ambientais de Portugal.

3.2.2. Bujões e indicadores de nível

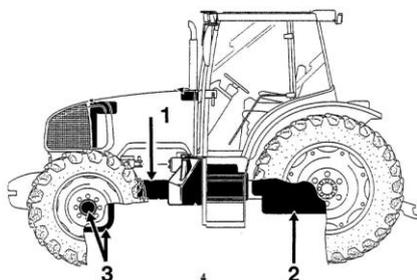
O grupo cónico/diferencial dianteiro dispõe de um bujão inferior (1) e de um bujão superior (3) para a mudança do óleo:

Um bujão situado na face (2) permite a verificação do nível.

Cada um dos redutores finais dianteiros dispõe de um bujão na sua face (4):

Tractores e Equipamentos Automotrizes 2011/12 – Tractor Fendt 415 Vario

A posição mostrada na figura anterior permite verificar o nível e introduzir óleo recorrendo a uma seringa de lubrificação. Rodando a roda, por forma a posicionar o bujão na parte inferior, permite retirar o óleo.

3.3. Exemplo de quadro de manutenção

O exemplo seguinte foi adaptado directamente de um MANUAL DE OPERADOR

ÓRGÃO	CAPACIDADE	ÓLEO / CARACTERÍSTICAS
Motor (1)	Mínimo 20 litro Máximo 28 litro	ELF TRACTORENAULT SDM óleo multigraduado SAE 15W-40 para motor Diesel, satisfazendo as seguintes especificações: ACEA E2.96 ; API CG4 ; MIL-L 2104E ; MIL.- L 46152C
Transmissão traseira e sistema hidráulico (2)	105 litro	ELF TRACTORENAULT G.A12 Óleo específico para transmissões mecânicas com embraiagens e travões a disco imersos em óleo. Óleo homologado segundo: GIMA M-1143 ; ALLISON C4 ; API GL4 ; MIL-L 2105
Transmis. dianteira (3) Diferencial Redutor final	6 litro 1.5 litro (cada)	TRANSELF BLS 90 Óleo para extrema pressão, com capacidade de lubrificar diferenciais autobloqueantes ou deslizamento limitado. API GL5 ; MIL-L 2105D

No exemplo anterior observe-se que os MANUAIS DE OPERAÇÃO podem dirigir o utilizador para determinada marca e respectivo produto. No entanto, respeitando

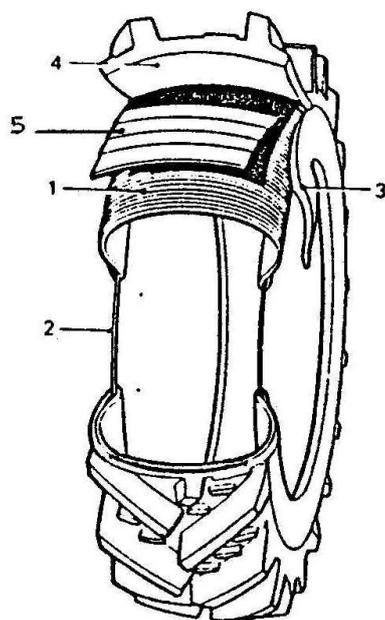
claramente a indicação da **informação técnica** referente ao óleo a utilizar, pode optar-se por escolher outra marca de lubrificante.
Se a informação técnica nos MANUAIS DE OPERAÇÃO não for clara, o utilizador do tractor deve apoiar-se no aconselhamento, quer do agente que representa a marca do tractor, quer dos serviços de apoio ao cliente da marca de lubrificantes que tem em vista.

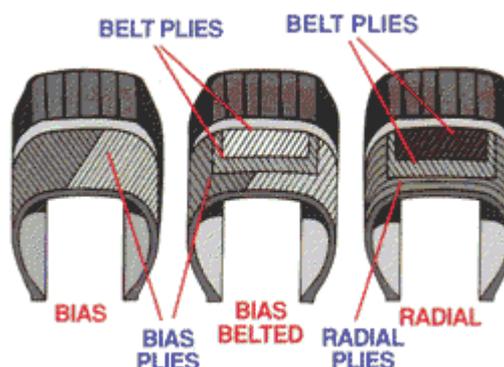
4. Segurança

4.1. Conjunto tractor e semi-reboque a descer um declive

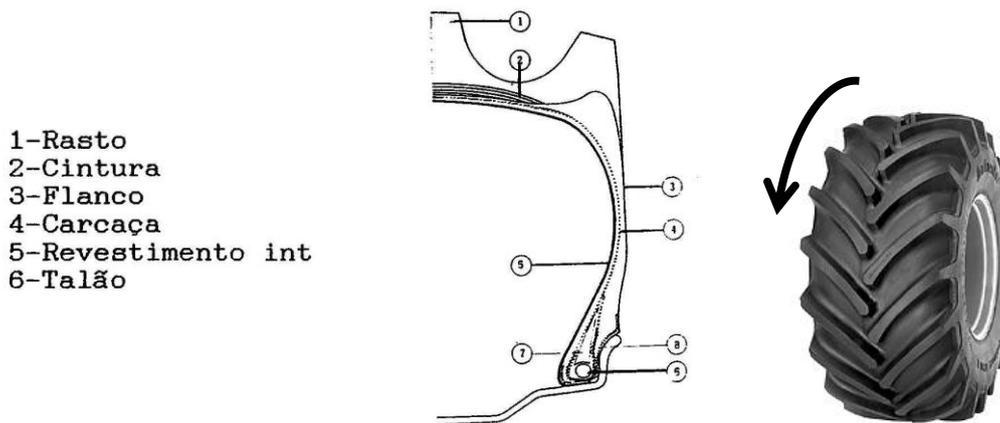
Esta situação de trabalho carece de atenção particular, uma vez que é pode resultar em acidentes muito graves. Por outro lado a exploração florestal, normalmemente em locais de grande relevo, faz uso do conjunto tractor agrícola e semi-reboque florestal.
Nestas condições o operador do tractor deverá:
Antes de iniciar o declive, engrenar uma mudança da gama baixa;
Antes de iniciar o declive, ligar a tracção dianteira;
Antes de iniciar o declive, ligar a tracção do semi-reboque.
Travar com o motor; usar moderadamente os travões

5. Pneus

5.1 Construção

**1 - Carcaça; 2 - Talão; 3 - Flanco;
4 - Rasto; 5 – Cintura**

http://www.4crawler.com/Diesel/Tires.shtml#INTRODUCTION

A figura anterior mostra as partes constituintes de um pneu agrícola. A carcaça é um tecido feito pelo enrolamento de fios de *nylon* ou de aço. Conforme o modo como o fio está enrolado, os pneus dizem-se de construção **diagonal (Bias)** ou de construção **radial**.

A construção radial tem hoje maior difusão nos pneus de tracção, enquanto a construção diagonal é utilizada em pneus não motores (pneus do eixo frontal de tractores de 2RM). Ambos os tipos de construção são usados em pneus de semi-reboques.

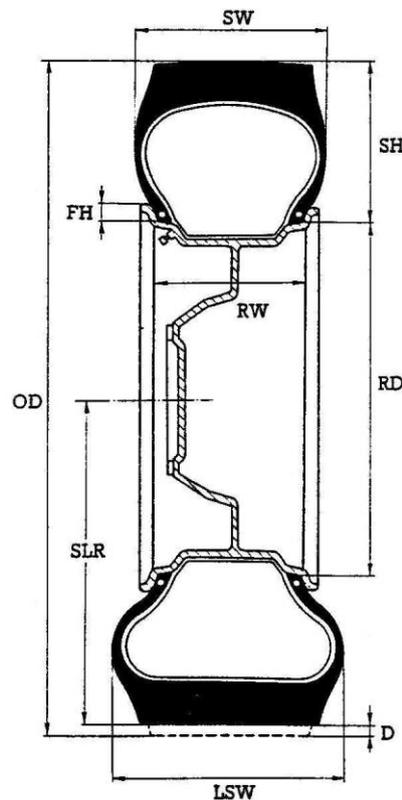
A **carcaça** está coberta na periferia do pneu pelo **rasto** e nos lados pelos **flancos**. O flanco termina no **talão**, onde se dá o contacto do pneu com a **jante** onde é montado.
O talão tem no seu interior fios de aço que lhe confere rigidez e em volta do qual se enrolam os fios da carcaça.
Nos pneus de construção radial existem ainda as cinturas colocadas por cima da carcaça, as quais conferem rigidez ao rasto, proporcionando maior resistência ao choque.
O espaço interior do pneu está revestido de borracha impermeável ao ar (pneu Tubless), já que este espaço se destina a ser ocupado com ar comprimido.

Para que o rasto do pneu de tracção cumpra correctamente a sua função há que respeitar a posição de montagem do pneu.

5.2. Dimensões dos pneus

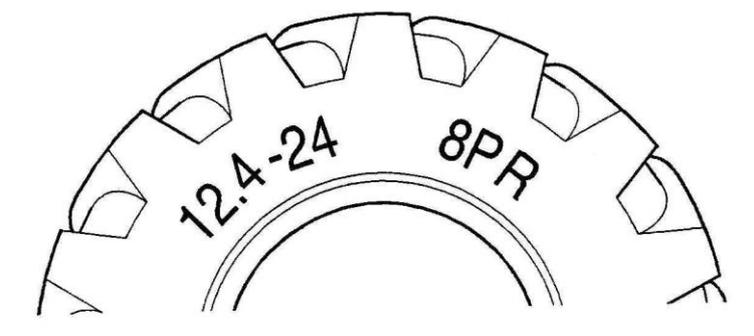
5.2.1. Pneus de tracção de construção radial

http://winntyres.co.uk/loadnspeed.htm
http://www.tyreteam.co.nz/tr-tyretech.html#Tractor_Tyre_Marking_

A figura anterior mostra exemplos de marcações nos flancos dos pneus deste tipo:
- O primeiro número, que pode vir indicado em polegadas (exemplo: 18.4") ou em milímetros (exemplo: 420mm), é a largura entre flancos, SW na figura seguinte;
- A letra **R** significa que o pneu é de construção radial;

- O número apresentado a seguir ao R é, sempre em polegadas, o diâmetro exterior da jante onde o pneu é montado, RD na figura seguinte;

A altura do flanco do pneu (SH) é, habitualmente 80 a 85% da largura entre flancos (SW). Existem pneus, denominados pneus de perfil baixo, em que o valor é mais baixo, como por exemplo 75%, 70%, 65% ou mesmo 60%. Nas marcações dos pneus pode vir incluído o valor da percentagem, logo a seguir à largura entre flancos e separada desta por uma barra (exemplo 420/85)

Para além das marcações anteriores que têm a ver com a geometria do pneu, existem outras marcações que têm a ver com a sua capacidade de suportar carga e velocidade. Estas marcações são o índice de carga e o símbolo de velocidade (exemplo 142 A8) que representam, em código, os aspectos anteriormente referidos.

5.2.2. Pneus de tracção de construção diagonal

A figura anterior mostra exemplos de marcações nos flancos dos pneus deste tipo.

- O primeiro número, sempre em polegadas (exemplo: 12.4") é a largura entre flancos;

- O número seguinte, sempre em polegadas (exemplo: 24"), é o diâmetro exterior da jante onde o pneu é montado.

Para além das marcações anteriores, que têm a ver com a geometria do pneu, existe uma marcação, conhecida pelas iniciais PR (de *Ply Rating*), acompanhadas por um número (exemplo: 8PR). Esta marcação, de forma codificada, tem a ver com a robustez do pneu.

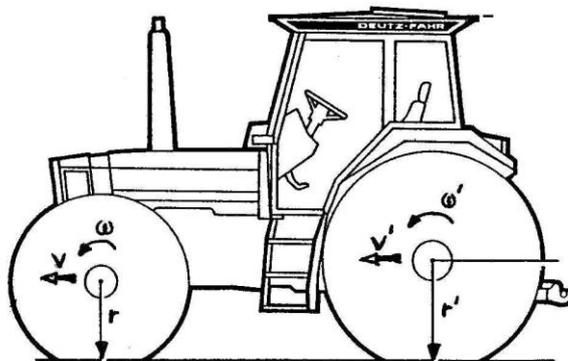
5.2.3. Pneus direccional, não motor

http://www.titanstore.com/store/agricultural.html

As marcações neste tipo de pneus seguem um modelo semelhante ao apresentado anteriormente. Assim uma marcação 6.00 - 16 6PR, significa que o pneu tem 6 polegadas entre flancos, é montado numa jante com 16 polegadas de diâmetro externo. O seu valor de *Ply Rating* é de 6.

5.3. Substituição de pneus

Na substituição de pneus num tractor agrícola tem que se respeitar os dados indicados na marcação, quer respeitante à geometria, quer respeitante à robustez, ficando ao critério do agricultor a marca e modelo do pneu.

Num tractor de 4RM o diâmetro total dos pneus frontais está relacionado com o diâmetro total dos pneus traseiros.

$$v = \omega \times r \qquad v' = \omega' \times r'$$

Uma vez que v = v', então: $\frac{\omega}{\omega'} = \frac{r'}{r} = const.$

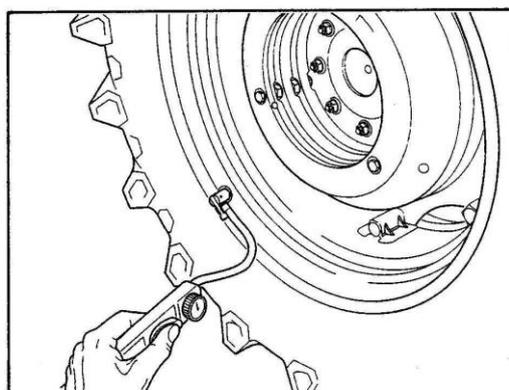
Dado que $\frac{\omega}{\omega'}$ é uma relação fixa em cada tractor, imposta pela relação de transmissão existente nos diferentes órgãos da transmissão, então $\frac{r'}{r}$ é igualmente constante em cada tractor de 4RM.

Dito de outro modo, num tractor de 4RM, as medidas dos pneus do eixo frontal e as medidas dos pneus do eixo traseiro obedecem a uma relação.

É por este facto que os MANUAIS DE OPERADOR indicam as combinações de medidas de pneus que podem ser adoptadas pelo tractor. Um exemplo está ilustrado na tabela seguinte:

Tractor Deutz-Fahr Agrofarm									
	Pneu traseiro								
Pneu Diant.	**540/65R 34**	**420/85R 34**	**480/70R 34**	**340/85R 38**	**460/85R 34**	**480/70R 38**	**420/85R 38**	**540/65R 38**	**520/70R 34**
480/65R 24									
380/85R 24									
420/70R 24									
320/85R 28									
380/70R 28									
340/85R 28									
420/85R 24									
440/65R 28									
480/70R 24									

Nas diferentes combinações possíveis indicadas na tabela anterior, a relação (r'/r) é praticamente constante.

5.4. Pressão de enchimento

Para cada dimensão de pneu, a pressão adequada de enchimento depende da carga vertical a que o pneu está sujeito e da velocidade a que o pneu se desloca.

Tabelas reunindo esta informação podem ser fornecidas pelos representantes de marcas de pneus. O MANUAL DE OPERADOR do tractor, habitualmente, não faz menção da pressão de enchimento dos pneus com o pormenor das referidas tabelas, limitando-se a apresentar um valor de pressão para utilização geral, sem particularizar a adequação da pressão em função da carga ou da velocidade.

DIMENSIONS Indice de charge/Symbole vitesse (Pneu standard équivalent)	CONTENANCE EN LITRES D'EAU A 75 %
480/70 R 30 ★ TL 141 A8/138 B (16.9 R 30)▲	298

VITESSE en km/h	PRESSIONS (bar) & CHARGE MAXI (kg) PAR PNEU Tenir compte de la charge et du type de travail à réaliser pour ajuster les pressions*							
	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	2,1
10				2530	2760	2990	3220	3800
30	1280	1810	2000	2200	2400	2590	2790	
40		1680	1860	2040	2220	2400	2580	
50			1710	1870	2040	2200	2360	

A tabela anterior, adaptada de um catálogo de um fabricante de pneus, mostra que se um pneu da medida 480/70 R 30 tiver que suportar a carga vertical de cerca de 2200*daN*, então, em trabalho de campo (até 10*km/h*), a pressão mínima recomendada é de 1.0*bar*, à qual este pneu ainda poderia suportar até 2530*daN* de carga.
Em transporte por estrada (até 30*km/h*) esta mesma carga poderia ser transportada sem qualquer alteração de pressão.
Em transporte prolongado em estrada a 40*km/h*, então a pressão deveria ser aumentada para 1.2*bar* ou, caso seja possível, retirar cerca de 200*daN* da carga vertical sobre o pneu.
Recentes desenvolvimentos da indústria dos pneus agrícolas, estão a trazer para o mercado pneus cuja pressão de enchimento, sob carga máxima, na estrada (40*km/h*), é de tal forma baixa (da ordem de 1*bar*), que evita qualquer correcção de pressão da passagem da estrada para a utilização no campo, ou vice-versa. São exemplo a gama Xeobib da Michelin.
Notar na tabela anterior que em trabalho de campo (10*km/h*) não se recomenda pressão inferior a 1*bar*. Tal deve-se ao facto de em trabalho de campo ser necessário exercer tracção (por vezes elevada, como em trabalhos de mobilização de solo) o que poderia provocar o deslizamento do talão do pneu no aro da jante, em condições de fraca pressão de enchimento.

A tabela seguinte mostra, de um determinado construtor de pneus; a oferta para as medidas dos pneus traseiros do tractor Deutz-Farh Agrofarm:
Pneus Kleber

Medida	**540/65R 34**	**420/85R 34**	**480/70 R 34**	**340/85R 38**	**460/85R 34**	**480/70 R 38**	**420/85R 38**	**540/65R 38**	**520/70R 34**
Modelo	**Super 11L**	**Traker**	**Super 9L/Fitker**	**Traker**	**Traker**	**Super 9L/Fitker**	**Traker**	**Super 11L**	**Super 9L**
Raio (*mm*)	**718**	**718**	**720**	**717**	**745**	**770**	**756**	**764**	**757**
Pressão mínima (*bar*)	**0.6**	**0.6**	**1/0.8**	**0.6**	**0.6**	**1/0.8**	**0.6**	**0.6**	**1**
Correspondente carga a 10*km/h*	**2090**	**2270**	**2670/ 2550**	**1760**	**2630**	**2860/ 2720**	**2390**	**2210**	**3060**

Saliente-se que o modelo Super 11L e sobretudo o Traker podem suportar cargas a pressões de 0.6*bar*, garantia de menor compactação do solo. Note-se a influência do modelo e portanto da sua construção: o modelo Traker 420/85R34, sendo de igual diâmetro que o Super 11L 540/65R34, suporta mais carga à pressão mínima, não obstante de ser mais estreito. Portanto as dimensões externas dos pneus (diâmetro e largura) podem não ter uma correspondência directa com a sua capacidade de carga com

a pressão. Depende da construção de cada modelo, sendo que esta também se reflectirá no preço.
O agricultor não tem muita flexibilidade na escolha dos pneus, exceptuando o caso das grandes explorações cujo volume de aquisição de tractores e consequentemente de pneus lhe permitirá uma base negocial mais favorável.

Contudo a relação (r'/r) terá sempre de ser respeitada, pelo que é aconselhável pedir conselho ao fornecedor de pneus sobre qual o modelo e medida a usar, **<u>bem como informar o representante da marca do tractor sobre a intenção de alterar os pneus no sentido de conhecer alguma limitação de carácter técnico.</u>**

Conversão:
$1 p.s.i. = 1 kPa \div 6.895$
$1 kPa = 1 psi \times 6.895$
$1 bar = 1 kPa \div 100$

5.5. Pneus especiais

Para que o tractor/alfaia possa cumprir com maior eficácia as diferentes operações culturais a que se destina, terá por vezes de ser equipado com pneus especiais. As figuras seguintes ilustram situações em que os tractores foram equipados com jantes e pneus que lhe permitem trabalhar eficazmente nas tarefas particulares que têm de desempenhar:

5.5.1. Pneus estreitos

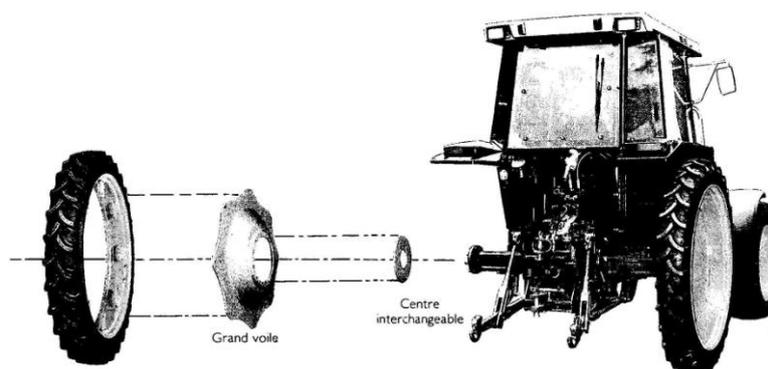
Pneus estreitos (*row crop tyres*) para trabalhos de controlo de infestantes; adubação de culturas já instaladas

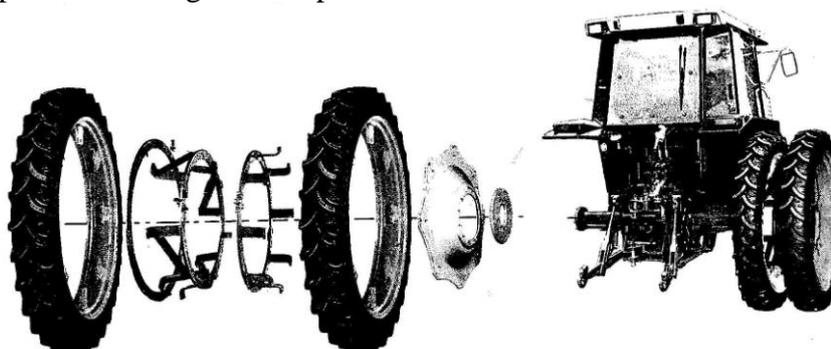
<u>EXEMPLO</u>

DIMENSIONS Indice de charge/Symbole vitesse (Pneu standard équivalent)	CONTENANCE EN LITRES D'EAU A 75 %
480/70 R 30 ★ TL 141 A8/138 B (16.9 R 30)▲	298

VITESSE en km/h	PRESSIONS (bar) & CHARGE MAXI (kg) PAR PNEU — Tenir compte de la charge et du type de travail à réaliser pour ajuster les pressions*							
	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	2,1
10				2530	2760	2990	3220	3800
30	1280	1810	2000	2200	2400	2590	2790	
40		1680	1860	2040	2220	2400	2580	
50			1710	1870	2040	2200	2360	

DIMENSIONS Indice de charge/Symbole vitesse (Pneu standard équivalent)	VITESSE en km/h	PRESSIONS (bar) & CHARGE MAXI (kg) PAR PNEU Tenir compte de la charge et du type de travail à réaliser pour ajuster les pressions*								
		1,8	2,2	2,4	3	3,4	3,6	3,8	4,2	4,4
11.2 R 38 ★★ TL 124 A8/135 A2	10	1610	1800	1900	2180					
	30	1440	1610	1700						
	40	1350	1520	1600						

As tabelas anteriores, adaptadas de um catálogo de um fabricante de pneus, mostram a informação referente ao pneu da medida 480/70R30 e ao pneu estreito da medida 11.2 R 38, que é o pneu recomendado para o substituir quando se tiver que optar por uma medida estreita.

Podemos verificar da tabela que se o pneu estreito tiver que suportar a mesma carga vertical de 2200*daN*, então, em trabalho de campo (até 10*km/h*), a pressão mínima recomendada é de 3.0*bar*, à qual este pneu ainda poderia suportar o valor próximo de 2180*daN* de carga.
Em transporte por estrada a 30*km/h* ou 40*km/h*, a carga não poderia ser transportada, porque o máximo de pressão recomendada para transporte de estrada para este pneu é de 2.4*bar*, pressão à qual o pneu suporta uma carga máxima de 1600 a 1700*daN*.
Provavelmente o agricultor optaria por efectuar por estrada apenas o transporte do tractor, transportando a alfaia à parte. Isto reduziria de certo a carga sobre o pneu por forma e poder circular na estrada.

Em trabalho de campo a pressão de 3.0*bar* poder-se-á revelar elevada, provocando sulcos no solo e consequente compactação. O agricultor poderá optar por pneus gémeos da mesma medida. A carga de 2200*daN*, agora distribuída por dois pneus, permite, como se pode ler na tabela anterior, a utilização da pressão mínima a que estes pneus podem trabalhar, cujo valor é de 1.8*bar*. A esta pressão os pneus gémeos poderiam mesmo suportar uma carga bem superior.

Notar bem: nas decisões relativas à alteração de medidas do conjunto pneu/jante o utilizador do tractor pode e deve apoiar-se no aconselhamento, quer do agente que representa a marca do tractor, quer do serviço de apoio ao cliente da marca de pneus que tem em vista.

5.5.2. Pneus largos

Pneus largos (baixa pressão – *Flotation tyres*) para trabalhos de preparação de solo e sementeira evitando compactação do solo:

EXEMPLO

Um tractor vem equipado de série com o pneu traseiro 480/70R34.
A correspondente medida de pneu largo é: 600/70R30.
As tabelas seguintes, retiradas de um catalogo de um construtor de pneus, dão informação dos valores pressão / carga dos pneus.

Pneu 480/70R34

Carga máxima (*kg*)								
	Pressão (*bar*)							
km/h	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.1
10				2670	2910	3160	3400	4010
30	1350	1910	2120	2330	2530	2740	2950	
40		1780	1970	2160	2350	2540	2725	

Pneu 600/70R30

Carga máxima (*kg*)								
	Pressão (*bar*)							
km/h	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.1
10				3540	3870	4190	4510	5330
30	1730	2470	2730	3000	3270	3530	3800	
40		2310	2560	2800	3050	3300	3550	

Se no eixo traseiro o tractor tiver 6800*kg* de carga, então a tabela indica a pressão de trabalho (10*km/h*) de 1.6*bar* com o pneu de série e 1.0*bar* com o pneu largo.

Em alternativa pode geminar-se o pneu de série, ficando a operar igualmente com 1.0*bar*.

O conjunto pneu/jante é pesado, pelo que em operações de mudança de pneus ou de ligação de pneus gémeos, adopte meios que permita efectuar a operação em segurança.

http://www.farmerstyre.co.uk/

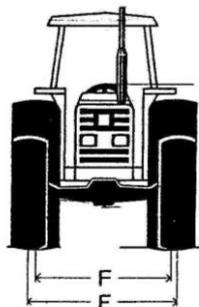
5.6. Outros tipos de pneus

Pneus florestais para trabalho de tractor agrícola em tarefas florestais:

Pneu *Grassland* para trabalho de tractor agrícola em manutenção de espaços verdes:

Pneu para trabalhos públicos (trabalhos sobretudo em estrada: exemplo com tractor versão municipal)

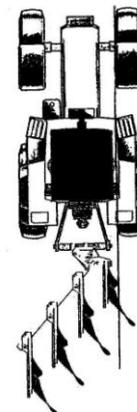
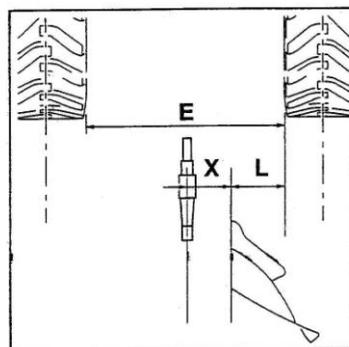
6. Definição de bitola

A via ou bitola é a distância medida desde o centro de um pneu ao centro do pneu oposto, no mesmo eixo.

6.1. Necessidade de alteração da bitola

A bitola é por vezes alterada para adaptar o tractor a:

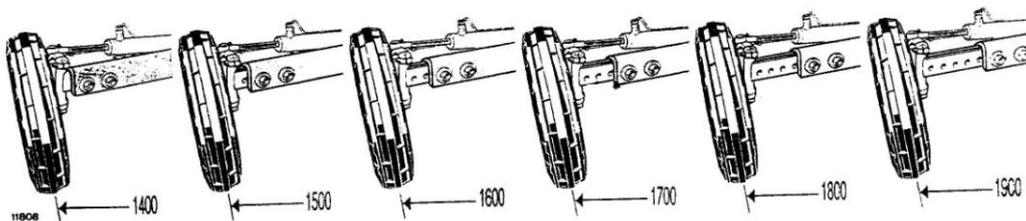
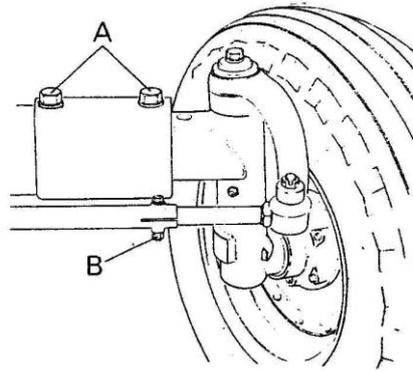
Culturas em linha:

A linhas de tráfego:

Necessidades específicas da alfaia, como por exemplo a charrua que se\segue:
A distância entre os flancos internos dos pneus traseiros (**E**) de um tractor agrícola para trabalho com uma charrua de aivecas, reversível, é determinada pela expressão seguinte:

onde L é a largura de relha e X a distância transversal da chapa de encosto do 1º ferro ao eixo de rotação da charrua. Torna-se, assim necessário adaptar a bitola para garantir que a ponta externa da relha do primeiro ferro esteja alinhada com o flanco interno do pneu traseiro, condição essencial para lavrar com a roda no rego.
A bitola do eixo da frente deverá ser igualmente adaptada para que os flancos internos dos pneus dianteiros e traseiros estejam na mesma linha.

6.2. Alteração da bitola em eixos de rodas não motoras

Curso de Operadores de Máquinas Agrícolas 2006

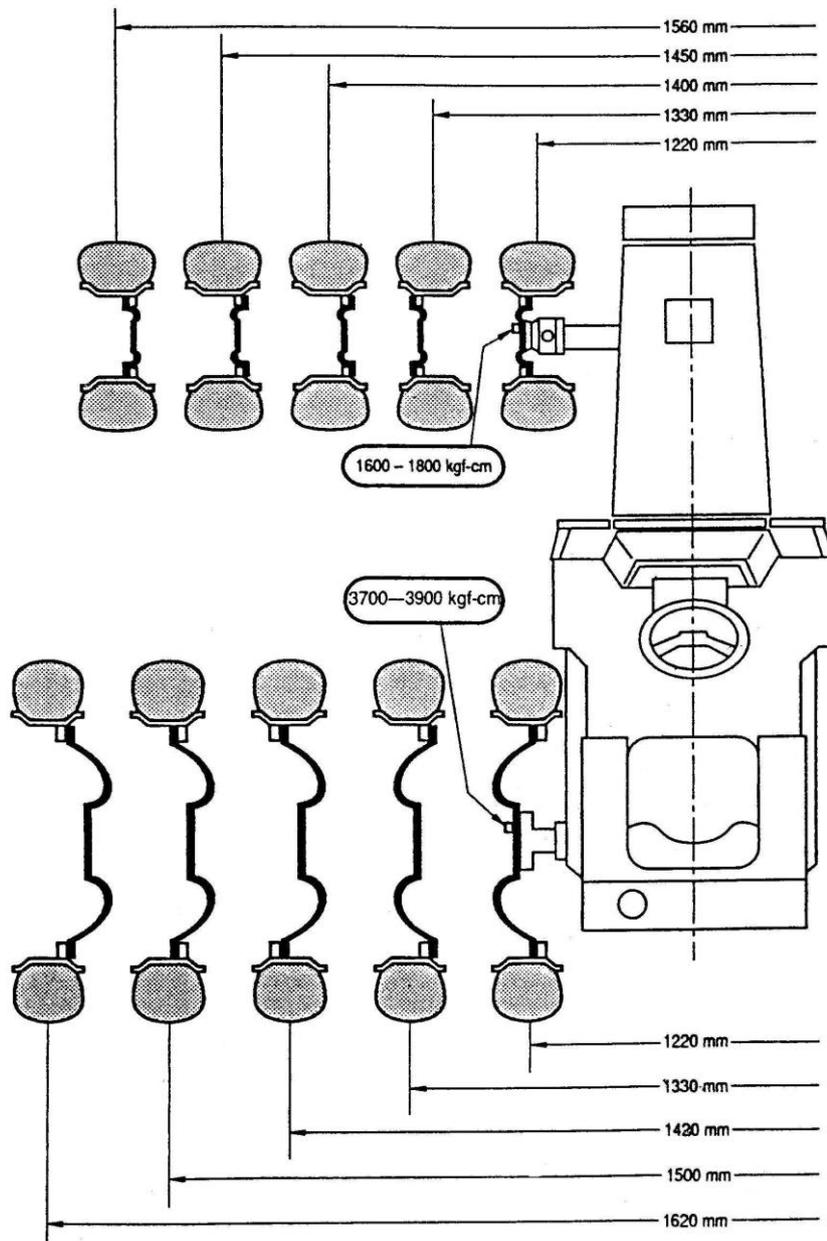
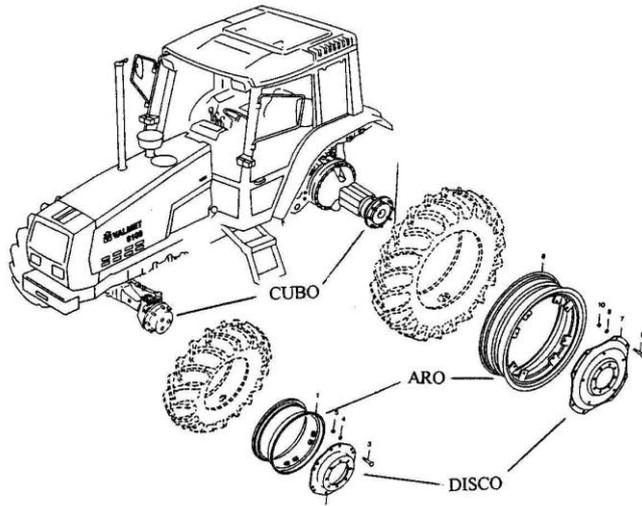
Nos tractores de 2RM o eixo frontal é telescópico, permitindo ser aparafusado em diversas posições, como se indica na figura.

Com a alteração da via há que proceder ao ajustamento das barras transversal e longitudinal da direcção, seguindo as indicações a esse respeito no MANUAL DE OPERADOR

A – Parafuso de fixação do eixo; B – Parafuso de fixação da barra de direcção

6.3. Alteração da bitola em eixos de rodas motoras

6.3.1. Jante formada por componentes aparafusados

Tractor Deutz Fahr Agrofarm 420 – 2009/2010

Trata-se do sistema mais comum de alteração da bitola, quer em eixos traseiros quer em eixos dianteiros motores.
É conseguido pela alteração das posições de aperto do **aro** no **disco**, e/ou pela inversão da posição de aperto do **disco** no **cubo** da roda, como se mostra nas figuras seguintes.

CUBO
ARO
DISCO
1560 mm
1450 mm
1400 mm
1330 mm
1220 mm
1600 – 1800 kgf-cm
3700—3900 kgf-cm
1220 mm
1330 mm
1420 mm
1500 mm
1620 mm

O Manual de Operador especifica a ordem de aperto dos parafusos, bem como o momento de aperto, o qual deverá ser feito com chave dinamométrica.
Não esquecer de respeitar o sentido correcto de rotação dos pneus de tracção.

6.3.2. Jantes P.A.V.T. - Power Adjustable Variable Track

Neste processo de ajustamento da bitola, o disco (3) está fixado, por grampos (4), a calhas (2), soldadas ao aro da jante. Estas calhas estão em diagonal em relação ao aro.

Controlo de Equipamentos e Mecanização Aplicada 2010/2011

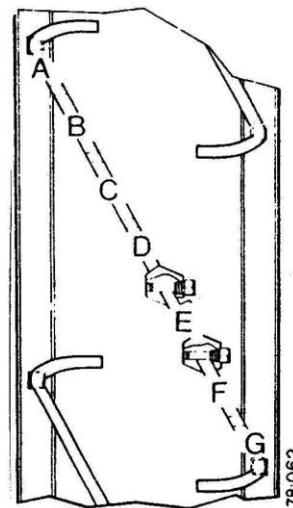
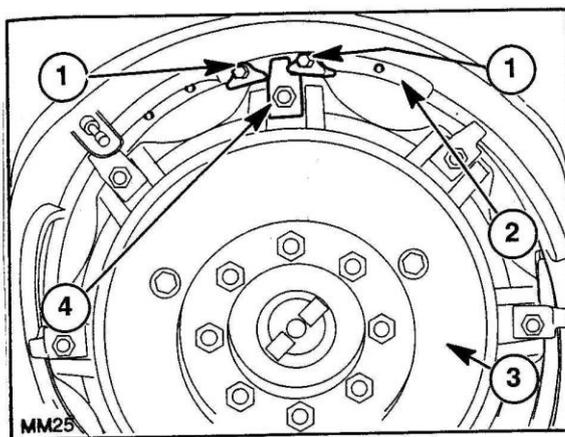
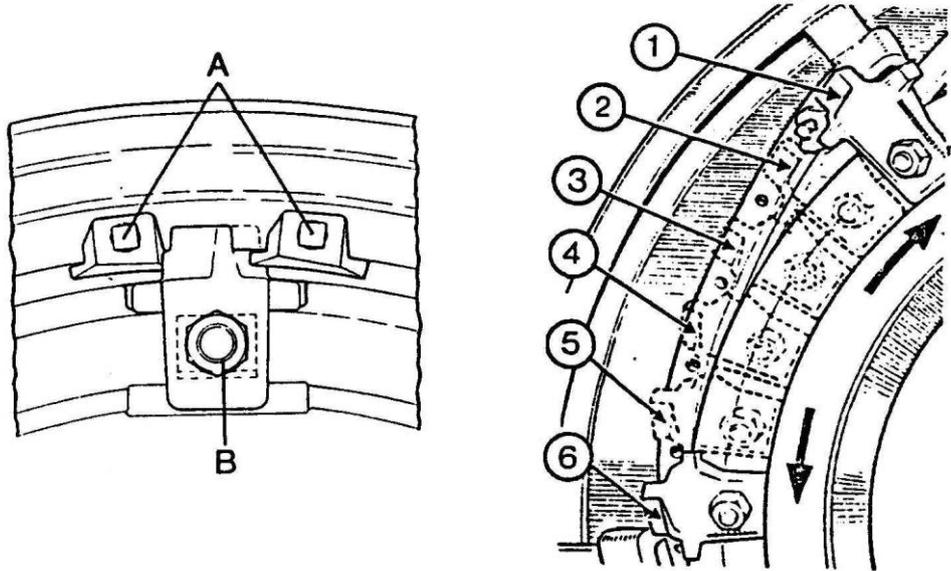



FIGURE ■ POWER ADJUSTED WHEELS

A. *56 in (1420 mm)*
B. *60 in (1524 mm)*
C. *64 in (1626 mm)*
D. *68 in (1727 mm)*
E. *72 in (1829 mm)*
F. *76 in (1930 mm)*
G. *80 in (2032 mm)*

O posicionamento em diagonal das calhas no aro, faz com que ao movimentar-se os grampos nas respectivas calhas, se produza um deslocamento do aro (e portanto do pneu) para dentro ou para fora, em relação ao disco, alterando a bitola.
Em condições de trabalho os grampos são impedidos de deslizar nas calhas por batentes (A), enroscados em furos existentes nas calhas. A furos das calhas permitem o

posicionamento dos grampos em várias posições diferentes (entre os batentes), o que corresponde a outras tantas medidas de bitola.

A principal vantagem deste processo de alteração da bitola, reside no facto do conjunto da jante e pneu não necessitar de ser retirado do tractor:

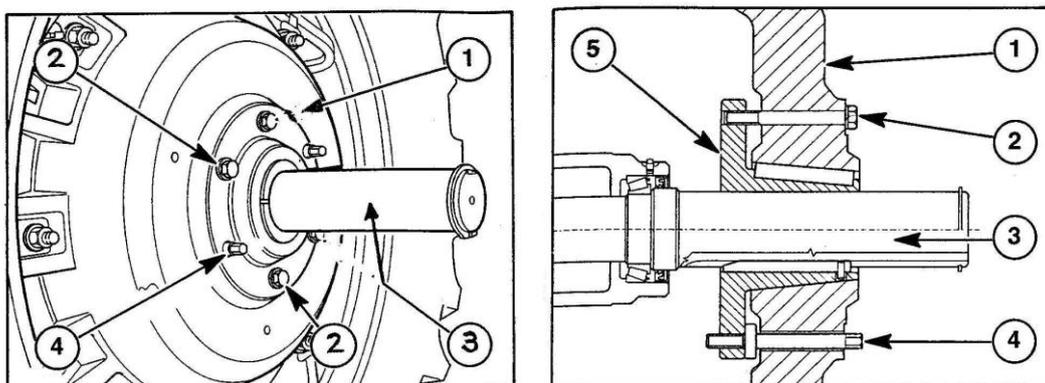
Curso de Operadores de Máquinas Agrícolas 2009

Basta levantar o tractor com um macaco, aliviar o aperto dos parafusos dos grampos, retirar os batentes, rodar o conjunto aro/pneu nas calhas (o que fará aproximar ou afastar o pneu do tractor (conforme o sentido em que se rodar), voltar a colocar os batentes nos furos (da calha), um de cada lado do grampo, e tornar a apertar os parafusos do grampos.

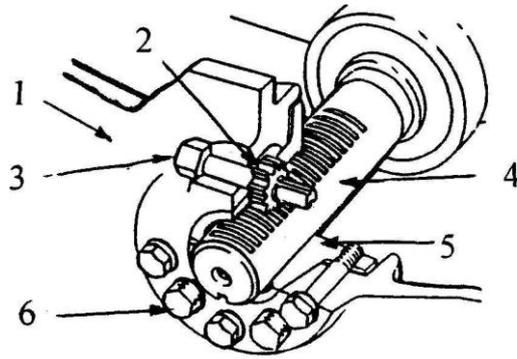
Pormenores da operação, bem como os valores de bitola conseguidos em cada posição possível ao longo das calhas, encontram-se no MANUAL DE OPERADOR.

6.3.3. Ligação com manga de aperto cónica

Plantador florestal R&O em plantação de eucalipto no Uruguai

Neste processo o conjunto pneu/jante (1) esta aparafusado a uma manga cónica (5) que está apertada no semi-eixo (3). Se o aperto da manga no semi-eixo for neutralizado, então o conjunto pode ser deslocado axialmente no semi-eixo e re-apertado noutra posição (nova bitola).

O Manual de Operador descreve as operações necessárias para aliviar o aperto da manga cónica no semi-eixo.

6.3.4. Sistema carreto e cremalheira

Para promover o deslocamento axial do conjunto pneu/jante alguns sistemas possuem um par constituído por um carreto e uma cremalheira, como mostra a figura seguinte, estando o carreto (2) inserido na manga de aperto e a cremalheira talhada no semi-eixo (4). É através do parafuso (3), solidário com o carreto, que se efectua o ajustamento da bitola.

Do mesmo modo que nas jantes P.A.V.T., a vantagem deste processo de alteração da bitola, reside no facto do conjunto da jante e pneu não necessitar de ser retirado do tractor, aspecto importante em tractores de média e elevada potência, em que o conjunto pneu/jante têm um peso considerável.

7. Outras leituras

Claude Culpin, *Farm Machinery*, Read Books, 2008.
Pneus
http://www.firestoneag.com/agricultural_tires.asp
http://www.firestoneag.com/techbulletins.asp
http://www.4crawler.com/Diesel/Tires.shtml#INTRODUCTION
http://www.ostlestyres.co.uk/uniroyal-agri.html
http://tfe.goodyear.co.uk/services/tyreguide/optitrac.html
http://www.firestoneag.com/tiredata/info/info_hydro_1.asp